

## 专家医生的知识结构及诊断推理方式\*

王 雁 姚梅林

(北京师范大学心理学院, 北京 100875)

**摘 要** 医学专长研究中“中间者效应”的发现, 引发了研究者对专家医生知识结构的探讨。在“知识打包”的基础上, 医生的临床知识以“疾病脚本”的方式组织起来。随着临床经验的增加, 专家医生积累了丰富的疾病脚本。在临床诊断中, 他们无需对病人所有的体征和症状进行仔细地 and 系统地分析, 而是通过非分析性的推理方式——“模式识别”或“样例识别”便可自动激活与之匹配的疾病脚本, 据此对病人做出迅速而准确的诊断。医学专长的本质就在于专家医生以“疾病脚本”的方式组织起来的知识结构。“适应性专长”代表了未来医学专长研究的新方向。

**关键词** 医学专长; 专家医生; 知识结构; 诊断推理方式; 适应性专长

**分类号** B842.5

直到上世纪 80 年代, 医学专长的本质通常被认为是可以很好地解决医学问题 (Elstein, Shulman, & Sprafka, 1978)。然而, 众多研究却未能发现专家医生和新手 (通常为医学生) 在问题解决一般特征上的差异。这使得人们对一般问题解决能力是否也是伴随着专长的发展而获得提出怀疑。受 Simon 和 Chase (1973) 在国际象棋领域研究成果的影响, 新一代的研究者开始利用认知心理学的研究方法从知识组织的视角来探究专长的本质。他们认为, 医学专长应归因于专家知识组织的形式而不是与问题解决过程相联系的变量 (Patel & Groen, 1986; Barrows & Feltovich, 1987)。

实际上, 大多数研究中所指的医学专长是医学诊断专长, 而诊断专长又更多的以内科疾病诊断专长为主。本文旨在从专家的知识结构以及专家的诊断推理方式对医学专长领域的研究成果进行回顾, 探究专家医生卓越表现的本质并对专长研究的未来方向进行展望。

### 1 医学专长研究领域中的“中间者效应”

自 De Groot (1965) 在国际象棋领域利用自由回忆法开启专长研究的先河后, 自由回忆便被认为是揭示有意义心理表征的内容和结构的一种较好的

方法。在这些研究中, 给不同专长水平的棋手在短时间内 (往往几秒钟的时间) 呈现一些合理的棋局, 然后让他们尽可能地回忆棋子在棋盘上的位置。研究表明, 被试回忆出的棋子的数目与专长水平呈线性增长关系。后来在诸如桥牌、围棋、计算机编程和棒球等领域进行的自由回忆研究也都得出一致的结论——被试在回忆成绩上表现出专长效应。

但是在医学领域开展的自由回忆研究却没有得出专长水平和回忆之间的正向线性关系。在这些研究中, 通常要求专家医生和医学生先阅读一个临床病案, 然后对病案内容进行回忆和病理生理解释, 最后做出诊断。病案通常包括病人的病史、主诉、身体检查结果以及一些相关的实验室检查结果。研究表明, 处于专长发展中间水平的被试 (例如, 高年級的医学生) 对病案信息的回忆成绩要优于新手和专家医生。这种在医学专长水平和临床病案回忆成绩之间存在的倒 U 型关系被称作临床病案表征中的“中间者效应” (intermediate effect) (Schmidt & Boshuizen, 1993a)。

Schmidt 和 Boshuizen (1993b) 用“知识打包” (knowledge encapsulation) 的观点对“中间者效应”进行了解释: 新手使用具体的、精细的生物医学知识对病案进行加工, 这个过程主要是自下而上的, 他们要对病人表现出来的体征和症状进行广泛地搜索, 所以随着知识的增长, 他们的回忆也增多。然而, 随着临床知识的积累, 在他们的思维过程中会产生一些“捷径”——起初被激活的一组组具体的

收稿日期: 2008-04-22

\* 北京市哲学社会科学“十一五”规划项目资助 (批准号 06AgJY028)。

通讯作者: 姚梅林, E-mail: mlyao@263.net

命题开始被“打包”进为数不多的几个上位的临床概念之中，但其说服力与最初精细的结构相同。由于“知识打包”的发生，专家是把个别体征和症状作为整体来知觉和加工的，所以在回忆病案时，专家回忆出来的是经过“打包”后的概念而不是个别的特征。例如，让一内科医生回忆一个看似吸毒者的病案，病人表现出高烧、打冷战、出汗、虚脱、气短、心跳快等症状，医生对病案进行加工并回忆到“病人出现败血症症状”。“败血症症状”是医生对病人表现出来的个别症状进行归纳或“打包”后所做出的推论，是一个上位的临床概念。这可以解释为什么专家对病案的回忆比中间者要简洁得多。

## 2 专家医生的知识结构：从“知识打包”到“疾病脚本”

医学专长研究中所发现的“中间者效应”引发了研究者对专家医生知识结构的深入探讨。研究发现，在“知识打包”的基础上，专家医生的临床医学知识以“疾病脚本”的方式组织起来，而“疾病脚本”的丰富和完善被认为是高水平专长出现的标志（Schmidt & Rikers, 2007）。

### 2.1 专家医生生物医学知识和临床医学知识的组织方式

通常说来，专家医生具有两种类型的知识：基础医学知识（又称作生物医学知识）和临床医学知识。生物医学知识描述了人体的正常功能以及功能障碍机制，通常被认为是医学的理论基础。临床医学知识是关于疾病的症状表现、归类以及治疗等方面的知识，它反映了医生对疾病的观察以及疾病治疗方面的经验。

生物医学知识和临床医学知识在专家头脑中是如何组织的？对此主要有两种理论假设：“知识打包”假设（knowledge encapsulation hypothesis）和“两元假设”（the two-world hypothesis）。前面已经提及，Schmidt 和 Boshuizen（1993a, 1993b）在解释“中间者效应”时提出“知识打包”理论。他们认为，在专长发展过程中，专家的生物医学知识和临床知识被整合进一个合乎逻辑的知识结构中——生物医学知识被逐渐“打包”进上位的临床知识或诊断标签中。在诊断推理中，专家主要是借助临床知识对病案进行表征，因为生物医学知识被“打包”封闭在临床知识之中了。更为重要的是，“打包”的发生导致专家知识结构的重新建构，并使诊断推理过程更为快捷和自动化，因为专家仅仅需要激活上

位的临床概念即可。Schmidt 和 Boshuizen（1990）还指出，根据任务的要求，这种“打包”知识处于一种“全”或“无”的状态——要么完全“打包”要么完全“解包”。例如，在诊断常规病例中，专家激活的仅仅是“打包”的临床概念，而在诊断罕见、疑难病例时，他们将解开打包网络以激活包含在其中的生物医学知识，用更为基础的生物医学知识对病案进行解释和推理。然而“全”或“无”的假设还有待理论或实证上的支持（Rikers, Schmidt, Moulaert, 2005）。

Patel（1990）等人的“两元”假设理论认为，生物医学知识和临床医学知识在专家的知识结构中是独立组织的，就像两个不同的世界，有着各自的知识组织形式和推理模式。他们认为，临床知识是以联结网络的形式组织起来的。在这个网络中，疾病的体征、症状和诊断假设是联结在一起的。而生物医学知识则是以因果网络的形式组织起来的，说明的是致病的病理生理机制。临床知识通常被用于疾病诊断，而生物医学知识则在解释疾病机制方面起着非常重要的作用。虽然持“二元”假设的研究者关注这两种类型的知识在结构和功能上的差异，但他们也意识到，生物医学知识与临床知识二者是有联系的，生物医学知识是将不同的临床现象联结起来的基础。而要获得专长，就必须建立这“两个世界”之间的联系。但在如何建立二者间的联系方面，研究者尚未给出明确地解释。

无论是“打包”假设还是“二元”假设，都强调专家诊断推理依赖于直接的临床联结，只有当用临床知识无法解释病人的问题时，他们才会转而运用生物医学知识。

### 2.2 专家医生临床知识的组织方式——“疾病脚本”

研究者认为，“打包”现象在高年级医学生身上便开始出现了（Schmidt & Rikers, 2007）。此后，随着临床经验的不断积累，“打包”的临床知识又被组织成“疾病脚本”（illness scripts）（Custers, Boshuizen, & Schmidt, 1996）。专家医生在临床诊断上所表现出来的优势主要依赖于“疾病脚本”这种知识结构。

根据 Feltovich 和 Barrows（引自 Custers et al., 1996）的观点，疾病脚本是一个叙述性的结构，包括三个主要成分：（1）诱发条件（enabling condition），即病人的背景因素，例如年龄、性别、既往病史、当前用药情况、职业、遗传因素和环境因素、高危行为等，这些因素可能诱发某种疾病；（2）功能缺陷

(fault), 即疾病真正的功能障碍所在, 主要用生物医学术语来表示, 如致病有机体侵入组织; (3)表现 (consequences), 某种功能缺陷所导致的主诉病症、体征和症状。在“疾病脚本”的三个成分中, 第二个成分即是被“打包”的生物医学知识, 专家在利用“疾病脚本”进行诊断推理时一般不会用到它。但这些生物医学知识以“打包”的形式构成了“疾病脚本”的解析基础, 对脚本中的各个属性以及它们之间的关系进行界定或限定, 从而为医生做出诊断提供一个一致性标准 (Charlin, Tardif, & Boshuizen, 2000)。

按照认知心理学的观点, 疾病脚本是由一组“槽”组成的, 这些槽包含着该疾病的体征和症状、它们之间的相互关系以及疾病的诱发条件、治疗手段等方面的信息 (Charlin, Boshuizen, Custers, & Feltoch, 2007)。例如, 一个医生所具有的“细菌性上颌窦炎”(bacterial maxillary sinusitis)脚本由“诱发条件”、“头痛位置”、“疼痛持续时间”、“鼻阻塞”等许多“槽”组成, 这些槽可取不同的值。例如, 对“诱发条件”这个槽位来说, 可供选择的槽位有病毒感染、过敏性鼻炎、鼻息肉等; 对“头痛位置”这一槽位来说, 槽位可赋为上颌压钝疼或下眼窝痛。在每一个槽可接受的值当中, 在实际值被证实之前, 最常见的值被认为是默认值。在鼻窦炎例子中, 对“诱发条件”这一槽位来说, 其默认取值为“病毒感染”, “疼痛位置”这一槽位的默认值为“眼窝间头痛”。这些默认取值可以解释为什么医生通常无需寻找所有的体征和症状。当他们有足够的证据做出诊断时, 他们会认为其他的值都已存在, 无需再逐一进行检查。例如, 在“细菌性上颌窦炎”例子中, 如果病人有严重的鼻阻塞、流脓, 医生无需在眼窝下做扣诊或让病人做 X 光片即可做出诊断。所有的槽位取值都为默认值的脚本代表了疾病的原型。原型病例较之非原型病例更容易识别和做出诊断。

疾病脚本还具有四个重要的特征 (Charlin et al., 2007)。第一, 属于一个脚本的信息不是排他的。同一体征和症状 (除特殊体征) 可属于几个脚本。第二, 一个脚本的激活可以导致另一个脚本的自动激活。这可能是由两个脚本共用相同的槽位所引起的。脚本中还包括一些警示性的连结, 以避免不同类型的疾病发生混淆。第三, 脚本是一个一般性结构, 它可以解释一个疾病的任何一个实例。医生每一次诊病都意味着根据从病人身上观察得来的属性对脚

本进行赋值, 即对脚本进行具体实例化。这个具体实例化的过程也在检验激活的脚本是否是正确的脚本。第四, 对先前病人的记忆是以实例化脚本的形式储存的。

医生在长期的临床实践中, 积累了丰富的疾病脚本。在对病人进行诊断时, 医生通过询问、观察, 根据病人的主诉以及体征、症状便可激活与之匹配的脚本。脚本的激活可以使医生对疾病的属性进行预期、提出诊断假设并通过积极的搜索对槽位进行正确的赋值 (Van Schaik, Flynn, Van Wersch, Douglass, & Cann, 2005)。医生通常不会在提出第一个诊断假设或激活第一个脚本时便停止诊断的过程, 他们还会通过进一步收集数据对提出的假设进行适合性检验。在常规病例中, 医生通常会激活一个相关的疾病脚本; 在非常规病例中, 会激活一组相互“竞争”的脚本。在两种情况下, 医生都会努力去证实激活的脚本是否与临床检查的结果相匹配。根据脚本理论, 这种证实的过程实际上就是对脚本的各个“槽”进行赋值的过程。对脚本的每一个槽位来说, 都有可接受的和不可接受的值。如果发现不可接受的值, 脚本将会被拒绝 (例如, 如果发现病人有出血性鼻耳咽管炎病史, 细菌性上颌窦炎脚本将会被拒绝), 能够接受该值的脚本将得到进一步确认 (例如, 鼻癌)。在一个槽位可接受的值当中, 有一些值比另一些值在诊断假设形成中具有更大的权重。诊断过程旨在对所有被激活的脚本进行筛选、排查, 直至找到一个适合的疾病脚本。

专家医生有着丰富的临床经验, 积累了丰富的疾病脚本, 在对病人进行诊断时, 脚本的激活往往是自动的。正是这种非分析性的诊断推理方式, 使得专家在诊断速度和准确性上表现出优势。

### 3 专家医生非分析性的诊断推理方式

心理学以及医学研究表明, 诊断过程隐含着两种类型的加工, 分析性加工和非分析性加工 (Kulatunga-Moruzi, Brooks, & Norman, 2001)。在分析性加工中, 临床医生通过确认和综合某一疾病所特有的或定义某一种疾病所需要的体征和症状来做出诊断, 专长则表现为熟练掌握和应用这些规则。而在非分析性加工中, 医生不需要对所有的体征和症状进行仔细地 and 系统地分析, 而是通过“模式识别”或“样例识别”自动激活与之匹配的疾病脚本, 迅速提出诊断假设。Norman 等人 (2007) 的研究表明, 在诊断过程中, 分析和非分析性两种类型的加

工方式是并存的,即使对于缺乏经验的临床医生亦是如此。然而,随着临床经验的积累,他们的诊断加工策略倾向于从以分析性加工策略为主转向更多地使用非分析性加工策略,其中模式识别和样例识别是常用的两种非分析性加工策略。

### 3.1 模式识别

在医疗诊断上,所谓模式识别是指医生在诊断过程中,根据病人提供的信息,如年龄、性别、职业、病史、主诉、体征、症状等,自动激活头脑中与之相匹配的疾病脚本而提出诊断假设、做出诊断的过程。

专家医生有着丰富的临床经验,积累了丰富的疾病脚本。与经验不足的医生相比,专家医生在接触病人的最初阶段就能从庞杂的信息中提取相关信息、提出准确的假设。Elstein 等(1978)指出,在诊断的最初阶段便能提出准确的诊断假设是优秀医生的一个重要特征,而在诊断的早期阶段便能获得有效信息、激活正确的脚本是其卓越诊断能力的根本原因。在 Hobus 等人(1987)的研究中,让有经验的家庭医生和新手家庭医生对一份简短的、不完整的病案进行诊断。病案对病人的主诉进行了简短地描述(例如,“医生,我后背刺痛,有时痛的要昏过去了”),并以表格的形式呈现了一些有关病人的信息,包括病人的病史、职业、用药情况等等,同时还呈现一张病人的照片,从中可以推断病人的年龄和性别。在这些信息的基础上,要求医生对病案做出诊断并回忆病案中呈现的信息。研究表明,有经验的医生对病案的诊断正确率要高于新手医生。更让人感兴趣的是,有经验的医生对情境信息(诱发条件)的回忆比新手医生高 33%。这些结果表明,专家医生比经验相对不足的医生更擅于利用情境信息。专家医生仅在有限的“诱发条件”信息基础上就可以激活相应的脚本,进而做出正确诊断。

有研究指出,随着专长水平的提高,医生拥有的“诱发条件”知识的数目和丰富性也在不断增加,并且有经验的医生会更多地利用诱发条件知识。例如,Custers 等(1996)要求被试对一组疾病的临床图片进行描述,结果发现,随着被试专长水平的提高,他们所提及的诱发条件的数目也随之增加。还有研究发现,医生曾诊断过的患某种疾病的病人的数量与其所提及的该疾病诱发条件的数目之间呈正向关系(Van Schaik et al., 2005)。专家医生拥有丰富的疾病脚本和“诱发条件”知识,基于“诱发条

件”的脚本激活过程几乎是自动的。在脚本激活的基础上,医生还要根据病人提供的信息对脚本进行赋值,做进一步适合性检验。对专家医生来说,这种赋值和检验的过程也是极为迅速的。基于疾病脚本自动激活的模式识别过程可以解释专家医生在诊断速度和准确性上所表现出来的优势。

### 3.2 样例识别

专家医生在疾病诊断过程中,除了采用模式识别的策略外,还采用样例识别的策略。专家医生在临床实践中积累了大量的诊治过的病例,这些病例以样例化的疾病脚本的形式储存在大脑中。在诊断新病例时,专家医生可以通过对相似的先前样例的提取和识别做出诊断。

分类的样例理论认为,一个自然的类别在记忆中,至少部分被表征为该类别中的单个样例,并且分类(概念形成)是通过无意识地提取一个具体的先前样例而进行的(Brooks, Norman, & Allen, 1991)。为此,Norman 等(1989)试图检验这样一个假设:医生对病人的诊断会受到过去曾诊治过的相似病人的影响。在实验中,研究者先让一年级的医学生学习一组皮肤病诊断规则,然后把被试分为两个组,每组使用不同的幻灯片进行练习。例如,如果测验中一张片子是腕关节地衣藓,它很容易和接触性皮炎相混淆,那么一组将学习一张相似的腕关节地衣藓片子,而另一组将学习一张看起来相似的腕关节接触性皮炎的片子。练习进行了数次并且每一次都对被试的反应进行反馈,以确保被试掌握这些规则。在测验阶段,使用相同的片子对所有被试进行测试。如果被试的诊断是建立在运用规则基础上的,那么将不会产生正确的诊断,因为学习的诊断规则中并未涉及皮肤病的位置等方面的信息(实际上这些信息与疾病的诊断也并无关系),而被试要使用这些规则对疾病做出诊断。然而,如果他们的诊断受先前(从其他疾病中)看到的样例的影响,将会产生错误的诊断。实验结果表明,在测验阶段,当给被试呈现与练习阶段相似的片子时,其诊断正确率为 94%,而呈现看起来相似但实际上不同的片子时,只有 38%的被试能做出正确的诊断。即使一周过后先前样例的影响依然很明显。这些结果说明,先前习得的相似样例在诊断中起了很大作用。

基于样例识别的诊断推理不需要对所有的体征和症状进行仔细地 and 系统地分析,而是利用记忆中储存的与当前病例相似的样例进行非分析性推理。

有研究指出 (Norman, Young, & Brooks, 2007), 专家比新手花更少的时间做出正确的诊断, 但当诊断结果是不正确的或不能确定的时候, 他们花的时间要比新手长, 因为诊断的准确性与能够快速提取一个样例是联系在一起的。这种基于样例识别的非分析性的诊断推理方式也可以解释专家医生在诊断速度和准确性上表现出来的优势。

但这些研究的结果很难推广到皮肤病学以外的领域, 一是皮肤病诊断经验性很强, 二是映像本身有时很难分解成特征。针对这个问题, Norman 等 (2005) 对心电图 (ECG) 诊断进行了研究。研究者对言语性信息, 如病人的年龄、性别、职业等进行操作, 这些信息在客观上与诊断并无实质性联系。测验材料被设计得模棱两可, 如果被试受不相关的病人信息的影响而回忆起前面的样例, 将导致不正确的诊断。当测验案例的病人信息与之前学习过的案例相似 (但实际上两个病案为不同的疾病) 时, 住院医生的诊断准确率从 46% 下降到 23%。这个研究结果似乎说明, 诊断过程受先前样例的影响, 有时无需太多的思考。另外也有一些研究提供证据, 医生对一些单个案例记忆非常深刻并对其诊断过程产生了实质性的影响 (Kulatanga-Moruzi, Brooks, & Norman, 2004)。尽管这些实验为专家基于样例识别的诊断推理模式提供了具有说服力的证据, 但我们还不能确定在医学的其他分支和领域这种机制的普遍性。

#### 4 医学专长研究的未来方向

专家医生的专长优势表现在诊断的速度和准确性上 (Rikers, Winkel, Loyens, & Schmidt, 2003)。而究其本质, 在于专家潜在的以“疾病脚本”的方式组织起来的知识结构。正如本文所论述的, 专家医生在“知识打包”的基础上, 将丰富的临床知识以“疾病脚本”的方式在头脑中组织起来, 并不断扩展、完善。在临床诊断中, 他们无需对病人所有的体征和症状进行逐一分析, 而是基于“疾病脚本”, 通过“模式识别”或“样例识别”便可对病人做出快速而准确的诊断。

在传统认知框架下, 专家表现 (expert performance) 的操作定义在功能上更多地与常规性诊断活动联系在一起。所以本文所涉及的研究, 探讨的也多是专家医生在常规任务中的表现, 即常规专长。然而仅仅用基于“脚本启动”的常规专长很难全面揭示医学专长的特性和本质, 因为对于专家

医生来说, 真正能够体现他们专长优势的是在复杂的、创新性的任务中表现出来的适应性专长。

鉴于“常规专长”模式的局限性, 有研究者试图对“适应性专长”和“常规专长”或“专家”和“有经验的非专家”加以区分, 以更好地揭示医学专长的本质 (Mylopoulos & Regehr, 2007)。常规专家 (或有经验的非专家) 往往在其领域内表现出很高的技能水平。他们掌握了复杂的、精细的常规知识和技能并把它们有效地运用于实践。然而, 当面临一个新的具有挑战性的问题时, 他们仍然继续使用这些已有的常规去解决问题, 而不是调整问题解决的策略去解决新问题。相比之下, 适应性专家以“在领域内灵活的、创新的和创造性能力为特征, 而不是以解决熟悉问题的速度、准确性和自动化为特征”。未来的医学专长研究只有探讨“适应性专家”在“非常规任务”中的“适应性专长”, 才能真正全面揭示医学专长的本质。

适应性专长是相对于常规性专长而言的, 它通常表现为在新情境中或者遇到复杂问题时, 专家能够灵活运用已有的知识和经验对问题加以创造性地解决。真正的专家在解决新异问题的时候, 能够突破图式 (脚本) 的局限而把知识灵活运用到新的情境中, 否则其也不能被称之为专家。专家往往有一大套组织良好但又各自迥然不同的图式, 这使得他们对与图式不相符的事物更为敏感。当与图式不相符的事物出现时, 专家比新手倾向于进行更为广泛的搜索 (Feltovich, Spiro & Coulson, 1997)。还有研究者指出, 专家或许已发展起一种推理或问题解决的策略, 这种策略帮助他们处理该知识领域中全新的或困难的问题 (Robertson, 2001)。

还有研究者在探讨常规专长和适应性专长之间的关系、如何促进常规专长向适应性专长的转变方面进行了一些尝试性的工作。例如, Alexander (2003) 提出了专长形成的 MDL (model of domain learning) 模式, 强调专业知识、策略加工、兴趣及其相互作用等在专长结构中的核心地位, 分析了专长形成的三个阶段: 顺应、胜任和精熟。Lajoie (2003) 则强调应该将专长发展的路径外显化, 既要揭示专长形成的内在机制, 又要通过动态性评价、外显的示范性教学以及互动合作等手段促进适应性专长的形成。Rayne 等 (2006) 通过干细胞教学的实验证明, 恰当的教学方式有助于学生形成适应性专长。Pandy (2004) 则以生物工程学习为例, 对如何评价

适应性专长进行了有益的尝试,将事实性知识、概念性知识以及迁移等因素作为考察适应性专长的主要内容。

当然,目前关于医学的适应性专长研究尚处于起步阶段,研究所得结论也有待更广泛的研究结果的支持。尽管如此,医学专长的研究无疑为医学教育提供了可借鉴的经验,在教学与培训的内容、方式以及评估手段等方面,都具有一定的启示意义。

### 参考文献

- Alexander, P. A. (2003). The development of expertise: The journey from acclimation to proficiency. *Educational Researcher*, 32(8), 10–14.
- Barrows, H. S., & Felton, P. J. (1987). The clinical reasoning process. *Medical Education*, 21, 86–91.
- Brooks, L. R., Norman, G. R., & Allen, S. W. (1991). The role of specific similarity in a medical diagnostic task. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120, 278–287.
- Charlin, B., Tardif, J., & Boshuizen, H. P. A. (2000). Scripts and medical diagnostic knowledge: Theory and applications for clinical reasoning instruction and research. *Academic Medicine*, 75, 182–190.
- Charlin, B., Boshuizen, H. P. A., Custers, E. J., & Felton, P. J. (2007). Scripts and clinical reasoning. *Medical Education*, 41, 1178–1184.
- Custers, E. J. F. M., Boshuizen, H. P. A., & Schmidt, H. G. (1996). The influence of medical expertise, case typicality, and illness script component on case processing and disease probability estimates. *Memory and Cognition*, 24(3), 384–399.
- Elstein, A. S., Shulman, L. S., & Sprafka, S. A. (1978). *Medical problem solving: An analysis of clinical reasoning*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ericsson, K. A., Charness, N., Felton, P. J., & Hoffman, R. R. (Eds.) (2006). *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*. New York: Cambridge University Press.
- Felton, P. J., Spiro, R. J., & Coulson, R. L. (1997). Issues in expert flexibility in contexts characterized by complexity and change. In P. J. Felton, K. M. Ford, & R. R. Hoffman (Eds.), *Expertise in context* (pp. 126–146). London: MIT Press.
- Hobus, P. P., Schmidt, H. G., Boshuizen, H. P., & Patel, V. L. (1987). Contextual factors in the activation of first diagnostic hypotheses: Expert-novice differences. *Medical Education*, 21, 471–476.
- Kulatunga-Moruzi, C., Brooks, L. R., & Norman, G. R. (2001). Coordination of analytic and similarity-based processing strategies and expertise in dermatological diagnosis. *Teaching and Learning in Medicine*, 13(2), 110–116.
- Kulatunga-Moruzi, C., Brooks, L. R., & Norman, G. R. (2004). The diagnostic disadvantage of having all the facts: Using comprehensive feature lists to bias medical diagnosis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 30, 563–572.
- Lajoie, S. P. (2003). Transitions and trajectories for studies of expertise. *Educational Researcher*, 32 (8), 21–25.
- Mylopoulos, M., & Regehr, G. (2007). Cognitive metaphors of expertise and knowledge: Prospects and limitations for medical education. *Medical Education*, 41, 1159–1165.
- Norman, G. R., Brooks, L. R., & Allen, S. W. (1989). Recall by experts and novices as a record of processing attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15, 1166–1174.
- Norman, G. (2005). From theory to application and back again: Implication of research on medical expertise for psychological theory. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 59(1), 35–40.
- Norman, G., Young, M., & Brooks, L. (2007). Non-analytical models of clinical reasoning: The role of experience. *Medical Education*, 41, 1140–1145.
- Pandy, M. G., Petrosino, A. J., Austin, B. A., & Barr, R. E. (2004). Assessing adaptive expertise in undergraduate biomechanics. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 211–222.
- Patel, V. L., & Groen, G. J. (1986). Knowledge-based solution strategies in medical reasoning. *Cognitive Science*, 10, 91–116.
- Patel, V. L., Evans, D. A., & Kaufman, D. R. (1990). Reasoning strategies and the use of biomedical knowledge by medical students. *Medical Education*, 24, 129–134.
- Rayne, K., Martin, T., Brophy, S., & Kemp, N. J., et al. (2006). The development of adaptive expertise in biomedical engineering ethics. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 165–173.
- Rikers, R., Winkel, W. T., Loyens, S., & Schmidt, H. G. (2003). Case processing by medical experts and subexperts. *The Journal of Psychology*, 137(3), 213–223.
- Rikers, R. M. J. P., Schmidt, H. G., & Moulart, V. (2005). Biomedical knowledge: Encapsulated or two world apart? *Applied Cognitive Psychology*, 19, 223–231.
- Robertson, S. I. (2001). *Problem solving*. (pp. 201–226). Hove, East Sussex: Psychology Press.
- Schmidt, H. G., Norman, G. R., & Boshuizen, H. P. (1990). A cognitive perspective on medical expertise: Theory and implications. *Academic Medicine*, 65, 611–621.
- Schmidt, H. G., & Boshuizen, H. P. A. (1993a). On the origin of intermediate effects in clinical case recall. *Memory & Cognition*, 21(3), 338–351.
- Schmidt, H. G., & Boshuizen, H. P. A. (1993b). On acquiring expertise in medicine. *Educational Psychology Review*, 5(3), 205–221.
- Schmidt, H. G., & Rikers, R. M. J. P. (2007). How expertise develops in medicine: Knowledge encapsulation and illness

- script formation. *Medical Education*, 41, 1133–1139.
- Simon, H. A., & Chase, W. G. (1973). Skill in chess. *American Scientist*, 61, 394–403.
- Van Schaik, P., Flynn, D., Van Wersch, A., Douglass, A., & Cann, P. (2005). Influence of illness script components and medical practice on medical decision making. *Journal of Applied Psychology*, 11(3), 187–199.

## The Knowledge Structure and Diagnostic Reasoning of Medical Experts

WANG Yan, YAO Mei-Lin

(School of Psychology of Beijing Normal University, Beijing, 100875, China)

**Abstract:** The discovering of ‘intermediate effect’ in medical expertise research inspires researchers to explore the knowledge structure of medical experts. On the basis of ‘knowledge encapsulation’, medical experts’ knowledge is organized with ‘illness script’. With the accumulation of clinical experiences, medical experts acquire ample ‘illness scripts’. On diagnostic reasoning, they needn’t carefully and systematically analyze all the signs and symptoms of the patient, but activate the matching ‘illness script’ automatically and make a diagnosis. This activation, called non-analytic, is based on recognition of either an instance or a pattern. The nature of medical expertise lies in the knowledge organization of the medical expert. ‘Adaptive expertise’ represents the future direction of expertise research.

**Key words:** medical expertise, medical expert, knowledge structure, diagnostic reasoning, adaptive expertise.